



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 43 35 244 A 1

21 Aktenzeichen: P 43 35 244.8
22 Anmeldetag: 15. 10. 93
43 Offenlegungstag: 22. 6. 95

51 Int. Cl.⁶:
G 02 B 3/02
G 02 B 19/00
G 03 B 15/02
F 21 M 3/00
// F21M 7/00, H04N
7/18, 5/33, B60G 1/00

DE 43 35 244 A 1

71 Anmelder:
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,
DE

74 Vertreter:
Amersbach, W., Dipl.-Ing., 89250 Senden

72 Erfinder:
Weidel, Edgar, 89250 Senden, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-PS	5 09 673
DE	43 30 476 A1
DE	42 41 889 A1
DE	40 07 646 A1
CH	3 52 846
FR	22 24 783
FR	11 75 350
GB	21 54 756 A
GB	10 10 329
GB	8 00 303
US	42 03 652

54 Anordnung zur Bildaufnahme

57 Für eine Anordnung zur Bildaufnahme, insbesondere für
ein System zur Verbesserung der Sicht in Fahrzeugen, wird
eine augensichere Laser-Beleuchtungseinrichtung beschrie-
ben.

DE 43 35 244 A 1

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Bildaufnahme, insbesondere für die Verbesserung der Sicht in Fahrzeugen.

Im Straßenverkehr sind bei unzureichenden Sichtverhältnissen zwei Situationen besonders kritisch: Bei Dunkelheit und Regen wird der Fahrer durch die Scheinwerfer des Gegenverkehrs und deren Reflexe auf der nassen Straße geblendet, bei Dunkelheit und Nebel durch das rückgestreute Licht der eigenen Scheinwerfer. In beiden Fällen überfordert das Störlicht den Kontrastumfang und die Adaptionsfähigkeit des Auges derart, daß die Szene nur mehr unzureichend wahrnehmbar ist und daß Straßenverlauf und mögliche Hindernisse kaum mehr erkennbar sind.

Zur Lösung dieses Problems ist in der Patentanmeldung P 40 07 646.6 ein System zur Sichtverbesserung angegeben, bei dem ein verbessertes Bild mit einer Videokamera aufgenommen wird und dem Fahrer dargestellt wird.

Als Lichtquelle wird bevorzugt ein Halbleiterlaser verwendet, der vorzugsweise in einer Richtung aufgeweitet ist (Lichtfächer) und in der dazu orthogonalen Richtung z. B. mit Hilfe eines Galvanometerscanners geschwenkt wird. Als Kamera ist vorzugsweise eine CCD-Kamera mit einem elektronisch gesteuerten Schlitzverschluß vorgesehen, der synchron mit dem Scanner bewegt wird. Das Licht des Lasers ist polarisiert, beispielsweise lotrecht. Vor der Kamera befindet sich ein dazu senkrecht stehendes Polarisationsfilter und ein spektrales Linienfilter, das für das Laserlicht durchlässig ist, jedoch eine hohe Sperrung für das restliche sichtbare und infrarote Spektrum aufweist.

Bei dem Einsatz eines Lasers als Lichtquelle sind die Vorschriften zur Verhütung von Unfällen durch Laserstrahlung zu beachten. Diese erlauben bei der vorgeschlagenen fächerförmigen Geometrie bei einer Wellenlänge von 750–850nm (GaAs) nur Laserleistungen von 50–100mW, um die maximal zulässige Bestrahlung (MZB) für die Einwirkung der Laserstrahlung auf die Netzhaut des Auges einzuhalten.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur Bildaufnahme, insbesondere für ein Sichtverbesserungssystem in Fahrzeugen anzugeben, für die trotz einer höheren Laserleistung (von beispielsweise 1W) im gesamten zugänglichen Scheinwerferbereich die MZB eingehalten wird, die also im gesamten zugänglichen Bereich augensicher ist.

Die Erfindung ist im Patentanspruch 1 beschrieben. Die Unteransprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

Mit der erfindungsgemäßen Anordnung wird die Lichtleistung des Lasers so verteilt, daß ein im ausgeleuchteten Bereich befindliches optisches System wie z. B. das menschliche Auge, ggf. mit optischen Hilfsmitteln, keine Punktabbildung der Laserlichtquelle mehr erreichen kann, ohne daß aber die Ausleuchtungseigenschaften des Beleuchtungssystems, beispielsweise die Erzeugung eines fächerförmigen Lichtbündels, beeinträchtigt sind.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von Beispielen unter Bezugnahme auf die Abbildungen noch eingehend veranschaulicht. Dabei zeigt

Fig. 1 zwei vorteilhafte Positionierungen von Kamera und Beleuchtungseinrichtung in einem Fahrzeug,

Fig. 2 eine Beleuchtungseinrichtung gemäß der Erfindung in Seitenansicht (A) und Draufsicht (B),

Fig. 3 eine vorteilhafte Ausführung des optischen Elements der Beleuchtungseinrichtung.

Bei der in Fig. 1 skizzierten Anordnungen ist jeweils die bildaufnehmende Kameraeinheit K oberhalb der Position FA der Augen des Fahrers angebracht, so daß das aufgenommene Bild ungefähr dem Blickwinkel des Fahrers entspricht. Die Beleuchtungseinrichtung SCH ist vorzugsweise in vertikaler oder horizontaler Richtung von der Kameraeinheit versetzt angeordnet, beispielsweise oberhalb der Beifahrerposition (Fig. 1(a)) oder in der fahrerseitigen Hälfte der Fahrzeugfront (Fig. 1(b)), wo eine Integration in den Fahrzeugscheinwerfer besonders vorteilhaft ist. Die Beleuchtungseinrichtung enthält als Lichtquelle einen im Infraroten emittierenden Halbleiterlaser, z. B. einen GaAs-Laser, der Wellenlängen 810nm oder einen InP-Laser der Wellenlänge 1550nm.

Die spektrale Breite des Lasers beträgt wenige Nanometer, die Mittenwellenlänge kann durch Konstanthalten der Temperatur auf einem definierten Wert stabilisiert werden. Das Laserlicht ist zu einem hohen Anteil linear polarisiert; durch einen zusätzlichen Polarisator kann der Anteil der orthogonal polarisierten Lichtleistung auf 10^{-3} bis 10^{-4} gedrückt werden. Laser und Polarisator sind vorzugsweise horizontal oder vertikal ausgerichtet mit einer zulässigen Abweichung von etwa $\pm 2^\circ$, was durch eine Sensor- und Stelleinheit eingehalten werden kann. Als Kamera wird eine Si-CCD-Kamera für den Wellenlängenbereich bis 850nm und eine InGaAs-Kamera für den langwelligeren Bereich bis 1700nm verwendet. Das sichtbare Scheinwerferlicht entgegenkommender Fahrzeuge wird durch ein schmalbandiges optisches Bandpaßfilter vor der Kamera um einen Faktor 50–100 reduziert, ebenso das bei Nebel rückgestreute eigene sichtbare Scheinwerferlicht. Das bei Regen und Nebel rückgestreute Laserlicht und das Laserlicht entgegenkommender Fahrzeuge wird durch ein senkrecht zur Laserpolarisation stehendes Polarisationsfilter in der Kameraeinheit um einen Faktor 1000 geschwächt. Wichtig ist dabei, daß alle Fahrzeuge die gleiche Ausrichtung der Polarisation aufweisen. Eine weitere Reduzierung des Scheinwerferlichts entgegenkommender Fahrzeuge kann durch einen gepulsten Betrieb der Laserlichtquelle mit einem Tastverhältnis N (z. B. 1:4, N = 0,25), eine um 1/N höhere Laserleistung und eine synchron empfindlich geschaltete CCD-Kamera erreicht werden.

Der Aufbau der bei der Erfindung vorgesehenen Beleuchtungseinrichtung, im folgenden auch als Laserscheinwerfer bezeichnet, ist in Fig. 2 skizziert. Als Lichtquelle dient ein Halbleiterlaser L. Der Polarisationsgrad des Laserlichts wird erhöht durch einen Polarisator P. Halbleiterlaser emittieren aus sehr kleinen Abstrahlflächen von typischerweise 1 μ m senkrecht zum pn-Übergang und 50–200 μ m parallel zum pn-Übergang; die Divergenz des abgestrahlten Lichts ist typisch $\alpha = 10^\circ$ parallel zum pn-Übergang und $\delta = 50^\circ$ senkrecht dazu. Es handelt sich also um eine punktförmige Lichtquelle mit richtungsabhängiger Divergenz.

In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist ein Halbleiterlaser L als Lichtquelle vorgesehen, der ein optisches Element E mit zwei Platten FM1, FM2 ausleuchtet. Als Maße der Lichtaustrittsfläche des Scheinwerfers sind $K_1 = 100$ mm und $K_2 = 150$ mm vorgesehen. Ordnet man den Laser mit vertikal ausgerichtetem pn-Übergang an, so wird mit $\delta = 50^\circ$ in einer Distanz $D_2 = 160$ mm eine Breite K_2 von 150mm erreicht. Um in dieser Distanz $K_1 = 100$ mm zu erreichen, muß der Winkel α

durch eine konkave Zylinderlinse auf einen Winkel $\beta = 35^\circ$ aufgeweitet werden. Damit wird die gesamte Fläche $K_1 \times K_2$ ausgeleuchtet. Das Lichtbündel trifft nach Fig. 2(a) in der Distanz D_1 auf eine optische Platte FM1, die auf der dem Laser zugewandten Seite zur Realisierung einer Sammellinse als zylindrische Fresnellinse ausgebildet ist mit einer Brennweite ungefähr gleich D_1 . Damit wird im Inneren der Platte ein nahezu paralleler Strahlengang in horizontaler Richtung erreicht. FM1 besitzt auf der dem Laser abgewandten Seite eine konvexe oder vorzugsweise eine konkave zylindrische Mikrolinsenstruktur der Oberfläche, wobei die Breite b_1 der Einzellinse beispielsweise 2mm betragen kann und der Divergenzwinkel γ durch b_1 und Brennweite f_1 bestimmt ist. Analog wird mittels FM2 die Strahlformung in horizontaler Richtung nach Fig. 2(b) durchgeführt wobei die Winkel δ , ϵ , die Maße K_2 , D_2 , b_2 , f_2 , an die Stellen der entsprechenden Größen in Fig. 2(a) treten. Die Zylinderlinse ist in horizontaler Richtung ohne Wirkung. Im Abstand D_3 von dem optischen Element E ist das Frontglas S des Scheinwerfers angeordnet (für eine Positionierung gemäß Fig. 1(b)).

Damit wird aus der punktförmigen Laserlichtquelle eine ausgedehnte Laserlichtquelle, für die nach DIN VDE 0837 oder IEC 825 eine maximale Bestrahlung von $10^4 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ lässig ist.

Wählt man beispielsweise $\gamma = 3^\circ$ und $\epsilon = 10^\circ$, so erhält man für die Fläche $K_1 \times K_2 = 100 \text{ mm} \times 150$ eine zulässige Lichtleistung von 1,37W. Um sicherzustellen, daß bei einem Bruch oder einem Entfernen von FM1 und FM2 keine Laserstrahlung nach außen tritt, sind Sensoren (Bruchsensor) vorzusehen, die die Lichtabstrahlung des Lasers für diese Fälle unterbinden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das optische Element E wie in Fig. 3 skizziert als nur eine Platte FN ausgeführt, bei welcher die Oberfläche einer Plattenseite so strukturiert ist, daß sie die Abbildungseigenschaften der beidseitig strukturierten Platte FM1 in Fig. 2 aufweist, und in entsprechender Weise die andere Plattenseite die Abbildungseigenschaften der Platte FM2 der Fig. 2 besitzt. Dies kann beispielsweise durch eine Reliefüberlagerung der jeweils zylindrischen Fresnel-Struktur der Sammellinse und der hier konkaven Mikrolinsen realisiert werden wie in Fig. 3 für eine Seitenansicht einer solchen Platte FM skizziert. Die Stufenweite der Fresnel-Struktur kann vorteilhafterweise auch an die Breite der Zylinder-Mikrolinsen angepaßt sein. Andere Reliefstrukturen die zu denselben Abbildungseigenschaften führen, sind möglich und zulässig. Insbesondere ist die Aufteilung in getrennte zylindrische Strukturen für die orthogonalen Richtungen zwar vorteilhaft, aber nicht zwingend.

Als vorteilhaftes Verfahren zur Herstellung vom FM1, FM2 oder FM wird Blankpressen angesehen.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Bildaufnahme, insbesondere für die Verbesserung der Sicht in Fahrzeugen, mit einer Beleuchtungseinrichtung, die eine Laserlichtquelle und ein von dieser ausgeleuchtetes optisches Element zur Formung eines Beleuchtungsbündels enthält, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Element (E) die abbildenden Eigenschaften einer Kombination aus

a) einer großflächigen Sammellinse mit einer Brennweite ungefähr gleich dem Abstand (D_1) des Elements von der Laserlichtquelle und

b) einer Vielzahl flächig eng aneinandergefügt angeordneter Mikrolinsen, deren Brennweiten (f_1 , f_2) untereinander ungefähr gleich und klein gegen die Brennweite der großflächigen Sammellinse sind und deren Linsenflächen klein gegen die Fläche der Sammellinse sind aufweist und als flaches Element ausgeführt ist.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserlichtquelle einen linear polarisierten Halbleiterlaser enthält.

3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß für die Polarisationsrichtung des Lasers und für die dazu senkrechte Richtung getrennte Zylinderlinsenstrukturen vorgesehen sind.

4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die getrennten Strukturen auf gegenüberliegenden Flächen einer gemeinsamen Linse (FM) realisiert sind (Fig. 3).

5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für die Sammellinse eine Fresnelstruktur vorgesehen ist.

6. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrolinsen als Zerstreuungslinsen ausgeführt sind.

7. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beleuchtungseinrichtung eine Zerstreuungslinse (L1) für das vom Laser abgestrahlte Licht zur Ausleuchtung des optischen Elements aufweist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

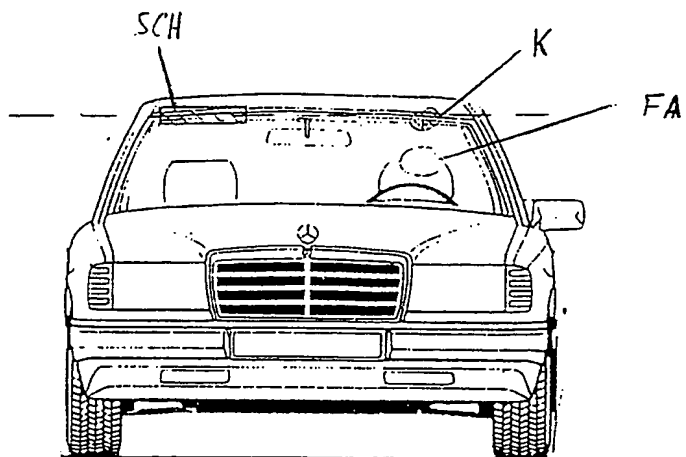


FIG. 1(a)

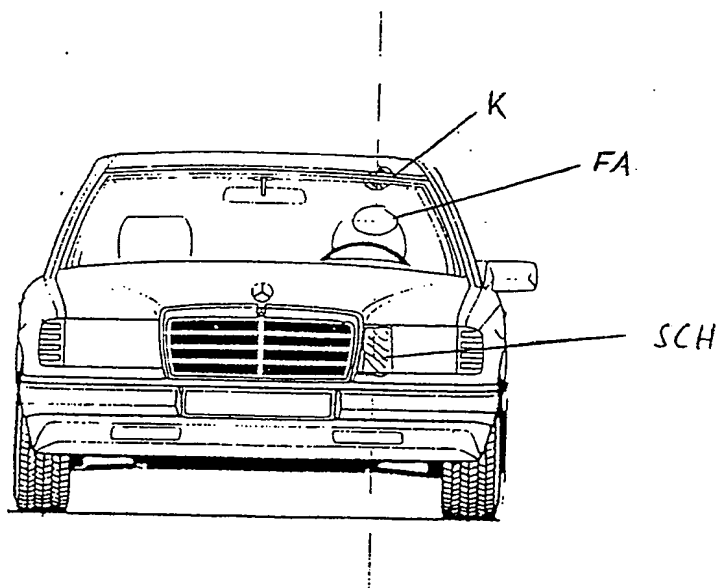
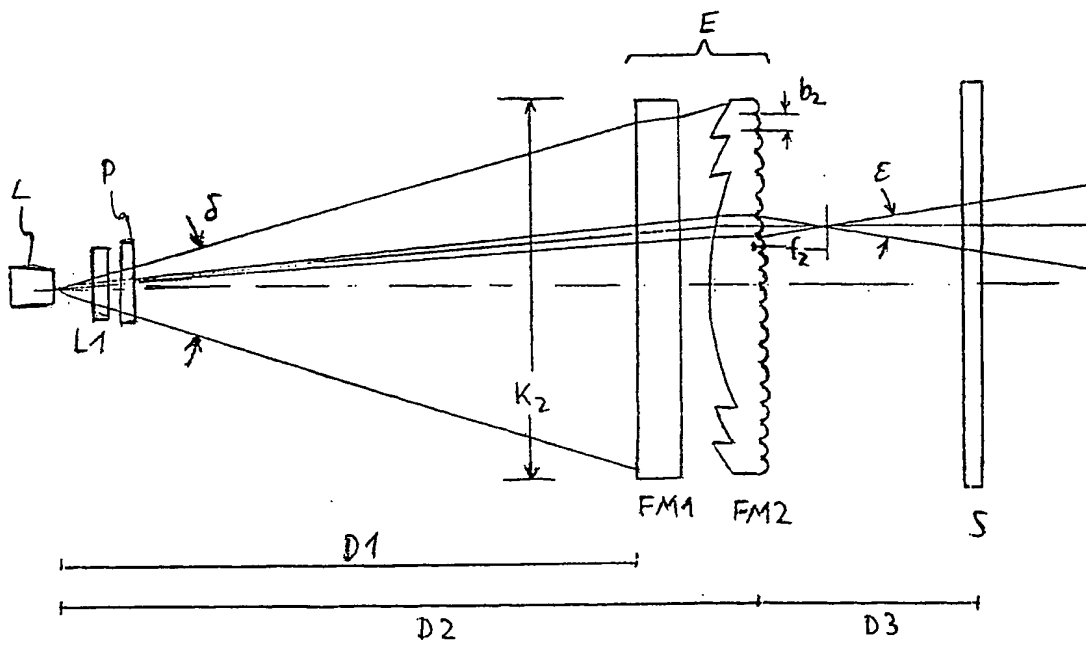
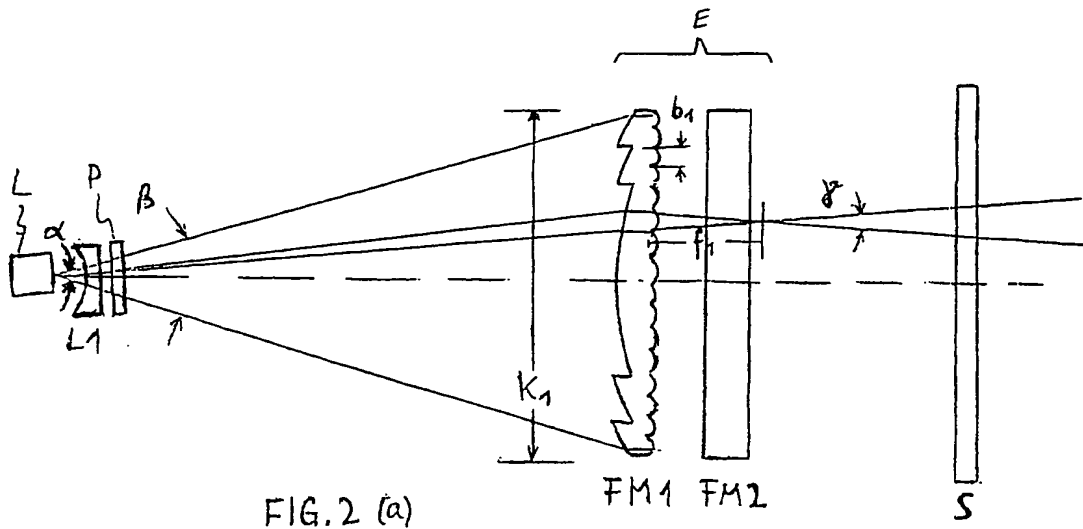


FIG. 1(b)



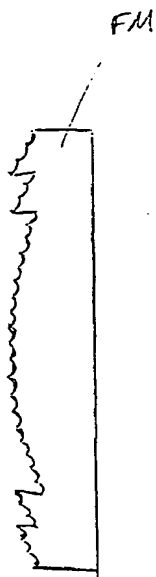


FIG. 3

Device for improving driver visibility in automobiles

Patent number: DE4335244
Publication date: 1995-06-22
Inventor: WEIDEL EDGAR (DE)
Applicant: DAIMLER BENZ AG (DE)
Classification:
- **International:** G02B3/02; G02B19/00; G03B15/02; F21M3/00;
F21M7/00; H04N7/18; H04N5/33; B60G1/00
- **European:** B60R1/00, H04N7/18D, H04N7/18D2
Application number: DE19934335244 19931015
Priority number(s): DE19934335244 19931015

Abstract of DE4335244

A device for improving the visibility for cars has an illumination device comprising a linearly polarised source of light using a semiconducting laser and a lens to produce a light beam. The lens is a collector lens with a large surface area and has a focal length approximately equal to the distance of the source from it. There are also a number of tightly joined micro-lenses of equal focal lengths, but small compared with that of the collector lens, arranged to form a flat element. For the polarisation of the light, separate cylinder lens structures are used on opposite sides of a common lens. The collector lens has a Fresnel structure. The micro-lenses are scattering lenses.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide